

## บทที่ 4 ผลการวิจัย

การทดสอบผลการวัดขนาดรอยบกพร่องและคุณภาพของภาพถ่ายที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยรังสีชนิดฟิล์มและชนิดดิจิทัล โดยใช้ค่าระดับพลังงานในการทดสอบแตกต่างกัน 6 ระดับ การวัดขนาดของรอยบกพร่องด้วยตัวอย่างรอยบกพร่องที่ออกแบบ การวัดคุณภาพด้วยตัววัดคุณภาพแบบเส้นลวดและการวิเคราะห์ประมวลผลชนิดของรอยบกพร่องที่พบบนภาพถ่าย โดยแบ่งผลการทดสอบออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. ผลการวัดขนาดของรอยบกพร่องจากภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดฟิล์มและชนิดดิจิทัล
2. ผลการวัดคุณภาพของภาพถ่ายด้วยตัววัดคุณภาพแบบเส้นลวด
3. ผลการสร้างชิ้นงานทดสอบและการวัดคุณภาพของภาพจากการวิเคราะห์ประมวลผลชนิดของรอยบกพร่อง

โดยรายละเอียดผลการทดสอบแต่ละส่วน มีดังนี้

### 4.1 ผลการวัดขนาดของรอยบกพร่องจากภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดฟิล์มและชนิดดิจิทัล

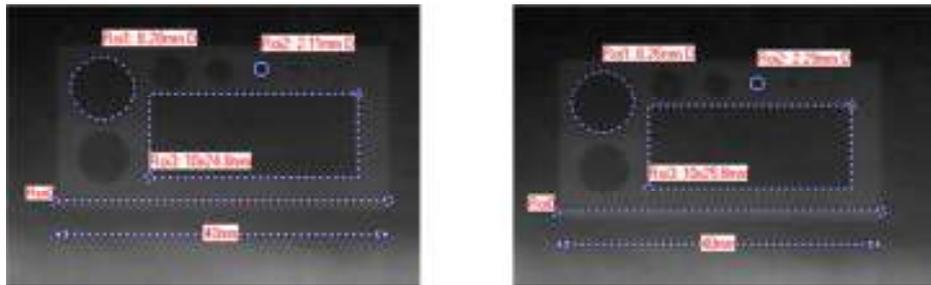
จากวิธีการวิจัยในบทที่ผ่านมา ผลการวัดขนาดของรอยบกพร่องจากภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดฟิล์มและชนิดดิจิทัลจากตัวอย่างขนาดของรอยบกพร่องที่ได้ออกแบบไว้ โดยเลือกขนาดของวงกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตรและ 8 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นชิ้นงานเดียวกัน โดยแบ่งชนิดของรังสีแกมมาที่ค่าระดับปริมาณ 24-25 คูรี (Curie) และรังสีเอกซ์ที่ค่าระดับพลังงานในการทดสอบแตกต่างกัน 6 ระดับคือ 120 กิโลโวลต์ (kV) ถึง 220 กิโลโวลต์ (kV)

ผลการวัดขนาดตัวอย่างรอยบกพร่องได้แบ่งออกตามชนิดของรังสีและค่าระดับพลังงานที่ใช้ในการทดสอบวัดโดยใช้โปรแกรม ISee! Version 1.10.2 ได้ขนาดรอยบกพร่องตามการทดสอบแยกเป็นจำนวน 3 ชุด ดังนี้

- 4.1.1 ผลการวัดขนาดของรอยบกพร่องจากภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาชนิดฟิล์ม
- 4.1.2 ผลการวัดขนาดของรอยบกพร่องจากภาพถ่ายด้วยรังสีเอกซ์ชนิดฟิล์ม
- 4.1.3 ผลการวัดขนาดของรอยบกพร่องจากภาพถ่ายด้วยรังสีเอกซ์ชนิดดิจิทัล

#### 4.1.1 ผลการวัดขนาดของรอยบกพร่องจากภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาชนิดฟิล์ม

ผลการวัดขนาดของรอยบกพร่องจากภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาชนิดฟิล์มที่ค่าระดับปริมาณ 24-25 คูรี (Curie) แต่การวัดขนาดของรอยบกพร่องทำได้ยาก ทำให้ต้องใช้การขยายภาพและความชำนาญในการทำการวัดขนาดรอยบกพร่องดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การวัดขนาดของรอยบกพร่องจากภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาชนิดฟิล์มที่ค่าระดับปริมาณ 24-25 คูรี

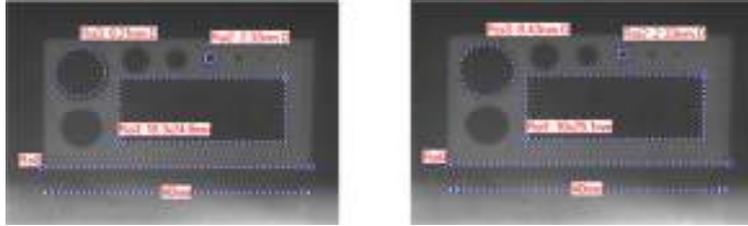
ผลการวัดขนาดของรอยบกพร่องจากภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาชนิดฟิล์มที่ค่าระดับปริมาณ 24-25 คูรีที่ได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวัดขนาดของรอยบกพร่องจากภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาชนิดฟิล์มที่ค่าระดับปริมาณ 24-25 คูรีจากค่าที่แสดงในตารางที่ 4.1 \*เป็นค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยจากวัดโดยผู้ที่มีประสบการณ์และมีคุณสมบัติในระดับ 2 ในด้านการทำงานทดสอบโดยไม่ทำลายด้วยวิธีการถ่ายภาพด้วยรังสี

ระดับปริมาณในการทดสอบคูรี (Curie)	ขนาดตัวอย่างรอยบกพร่องและผลการวัด			
	Ø 8.010 มิลลิเมตร (mm)	ค่า ความคลาด เคลื่อนเฉลี่ย มิลลิเมตร (mm)	Ø 2.010 มิลลิเมตร (mm)	ค่า ความคลาด เคลื่อนเฉลี่ย มิลลิเมตร (mm)
24-25	8.270	0.260	2.200	0.190

#### 4.1.2 ผลการวัดขนาดของรอยบกพร่องจากภาพถ่ายด้วยรังสีเอกซ์ชนิดฟิล์ม

ผลการวัดขนาดของรอยบกพร่องจากภาพถ่ายด้วยรังสีเอกซ์ชนิดฟิล์มที่ค่าระดับพลังงานในการทดสอบแตกต่างกัน 6 ระดับ แต่การวัดขนาดของรอยบกพร่องทำได้ยาก ทำให้ต้องใช้การขยายภาพและความชำนาญในการทำการวัดขนาดรอยบกพร่องดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การวัดขนาดของรอยบกพร่องจากภาพถ่ายด้วยรังสีเอกซ์ชนิดฟิล์ม  
ที่ค่าระดับพลังงาน 180 กิโลโวลต์ (kV)

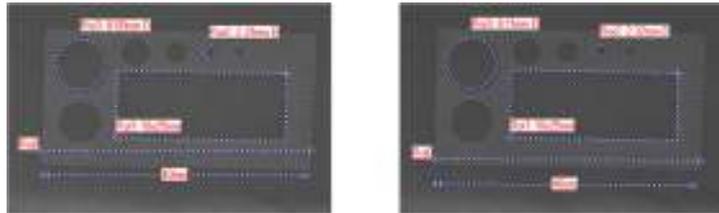
ผลการวัดขนาดของรอยบกพร่องจากภาพถ่ายด้วยรังสีเอกซ์ชนิดฟิล์มที่ค่าระดับพลังงานในการทดสอบแตกต่างกัน 6 ระดับ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการวัดขนาดของรอยบกพร่องจากภาพถ่ายด้วยรังสีเอกซ์ชนิดฟิล์มที่ค่าระดับพลังงานในการทดสอบแตกต่างกัน 6 ระดับ \*เป็นไปตามเงื่อนไขของตารางที่ 4.1

ระดับพลังงานในการทดสอบ กิโลโวลต์ (kV)	ขนาดตัวอย่างรอยบกพร่องและผลการวัด			
	Ø 8.010 มิลลิเมตร (mm)	ค่า ความคลาด เคลื่อนเฉลี่ย มิลลิเมตร (mm)	Ø 2.010 มิลลิเมตร (mm)	ค่า ความคลาด เคลื่อนเฉลี่ย มิลลิเมตร (mm)
120kV-3.0mA.min	8.190	0.180	2.170	0.160
140kV-3.0mA.min	8.380	0.370	2.190	0.180
160kV-2.2mA.min	8.375	0.365	2.205	0.195
180kV-2.0mA.min	8.320	0.310	2.325	0.315
200kV-1.2mA.min	8.280	0.270	2.275	0.265
220kV-1.2mA.min	8.375	0.365	2.270	0.260

### 4.1.3 ผลการวัดขนาดของรอยบกพร่องจากภาพถ่ายด้วยรังสีเอกซ์ชนิดดิจิทัล

ผลการวัดขนาดของรอยบกพร่องจากภาพถ่ายด้วยรังสีเอกซ์ชนิดดิจิทัลที่ค่าระดับพลังงานในการทดสอบแตกต่างกัน 6 ระดับ แต่การวัดขนาดของรอยบกพร่องทำได้ยาก ทำให้ต้องใช้การขยายภาพและความชำนาญในการทำการวัดขนาดรอยบกพร่องดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ผลการวัดขนาดของรอยบกพร่องจากภาพถ่ายด้วยรังสีเอกซ์ชนิดดิจิทัลที่ค่าระดับพลังงาน 180 กิโลโวลต์ (kV)

ผลการวัดขนาดของรอยบกพร่องจากภาพถ่ายด้วยรังสีเอกซ์ชนิดดิจิทัลที่ค่าระดับพลังงานในการทดสอบแตกต่างกัน 6 ระดับ ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการวัดขนาดของรอยบกพร่องจากภาพถ่ายด้วยรังสีเอกซ์ชนิดดิจิทัลที่ค่าระดับพลังงานในการทดสอบแตกต่างกัน 6 ระดับ \*เป็นไปตามเงื่อนไขของตารางที่ 4.1

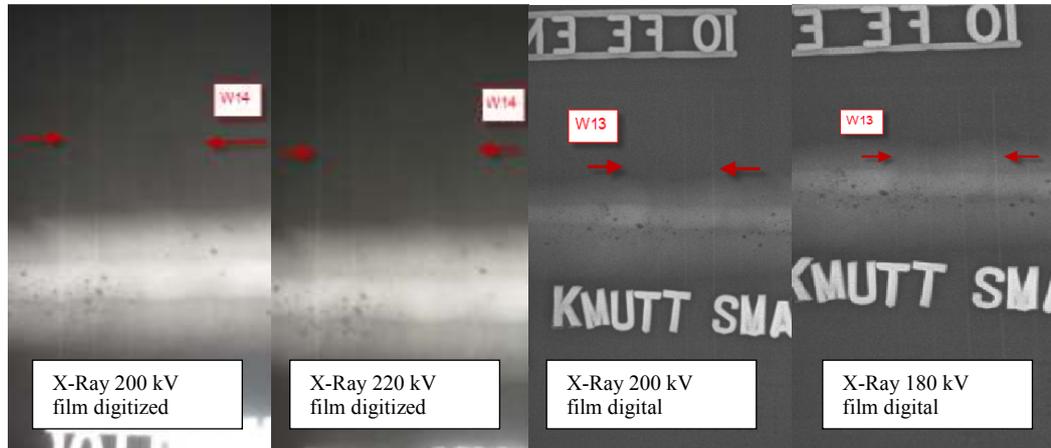
ระดับพลังงานในการทดสอบ กิโลโวลต์ (kV)	ขนาดตัวอย่างรอยบกพร่องและผลการวัด			
	Ø 8.010 มิลลิเมตร (mm)	ค่า ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย มิลลิเมตร (mm)	Ø 2.010 มิลลิเมตร (mm)	ค่า ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย มิลลิเมตร (mm)
120kV-3.0mA.min	8.160	0.150	2.330	0.320
140kV-3.0mA.min	8.480	0.470	2.315	0.305
160kV-2.2mA.min	8.305	0.295	2.125	0.115
180kV-2.0mA.min	8.095	0.085	2.135	0.125
200kV-1.2mA.min	8.305	0.295	2.125	0.115
220kV-1.2mA.min	8.305	0.295	2.330	0.320

จากผลของการวัดขนาดของรอยบกพร่องจากภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดฟิล์มและชนิดดิจิทัล เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันแล้วจะเห็นได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยที่ได้จากภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดดิจิทัลมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยโดยรวมน้อยกว่าภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดฟิล์ม ทั้งนี้ผลการทดลองที่ได้จากงานวิจัยนี้ขึ้นอยู่กับค่าพลังงานที่ใช้ในการทดสอบ อุปกรณ์ และทฤษฎีการทดสอบในงานวิจัยนี้เท่านั้น

## 4.2 ผลการวัดคุณภาพของภาพด้วยตัววัดคุณภาพแบบเส้นลวด

### 4.2.1 ผลการวัดคุณภาพจากภาพถ่ายชนิดฟิล์มยังไม่ผ่านกระบวนการถ่ายภาพดิจิทัลเปรียบเทียบกับภาพถ่ายรังสีชนิดดิจิทัล

ผลการวัดคุณภาพของภาพด้วยตัววัดคุณภาพแบบเส้นลวด (IQI) แบบ 10/16 FE EN BS จากภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาและเอกซเรย์ โดยวัดคุณภาพจากภาพถ่ายชนิดฟิล์มที่ยังไม่ผ่านกระบวนการถ่ายภาพดิจิทัลเปรียบเทียบกับภาพถ่ายรังสีชนิดดิจิทัล ดังรูปที่ 4.4



**รูปที่ 4.4** ผลการวัดคุณภาพจากการมองเห็นเส้นลวดของตัววัดคุณภาพ จากภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดฟิล์มยังไม่ผ่านกระบวนการถ่ายภาพดิจิทัลเปรียบเทียบกับภาพถ่ายรังสีชนิดดิจิทัล

ผลการวัดคุณภาพจากการมองเห็นเส้นลวดของตัววัดคุณภาพจากภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดฟิล์มยังไม่ผ่านกระบวนการถ่ายภาพดิจิทัลเปรียบเทียบกับภาพถ่ายรังสีชนิดดิจิทัล ดังตารางที่ 4.4

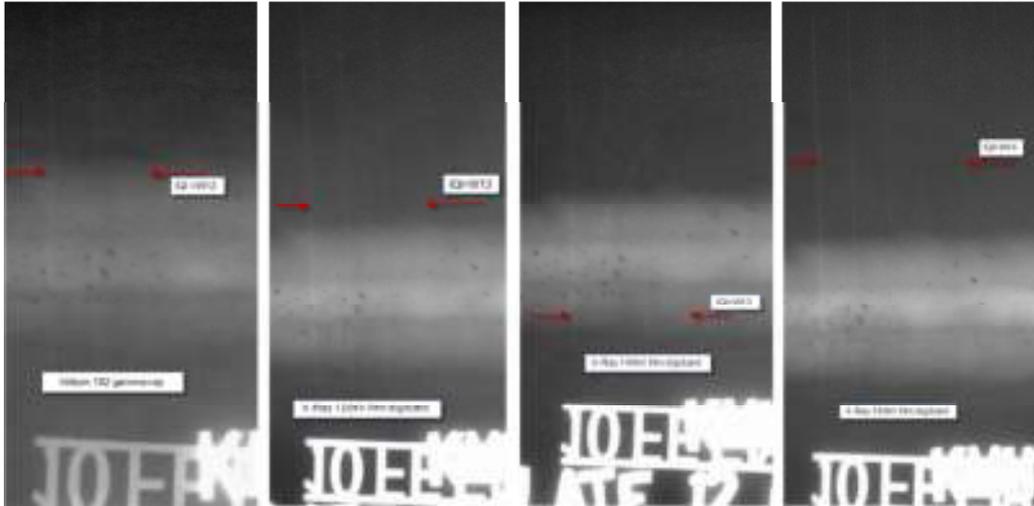
**ตารางที่ 4.4** ผลการวัดคุณภาพจากการมองเห็นเส้นลวดของตัววัดคุณภาพจากภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดฟิล์มยังไม่ผ่านกระบวนการถ่ายภาพดิจิทัลเปรียบเทียบกับภาพถ่ายรังสีชนิดดิจิทัล

ระดับพลังงานในการทดสอบ กิโลโวลท์ (kV)	การมองเห็นเส้นลวดของตัววัดคุณภาพ	
	ภาพถ่ายชนิดฟิล์ม	ภาพถ่ายชนิดดิจิทัล
	ขนาดของเส้นลวด	ขนาดของเส้นลวด
120kV-3.0mA.min	W13	W13
140kV-3.0mA.min	W14	W13
160kV-2.2mA.min	W14	W13
180kV-2.0mA.min	W14	W13
200kV-1.2mA.min	W14	W13
220kV-1.2mA.min	W14	W13
Ir 192 gamma ray 24-25 curie	W13	-

จากผลของการวัดคุณภาพจากการมองเห็นเส้นลวดขนาดเล็กที่สุดที่วัดจากตัววัดคุณภาพแบบ 10/16 FE EN BS จากภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดฟิล์มยังไม่ผ่านกระบวนการถ่ายภาพดิจิทัลเปรียบเทียบกับภาพถ่ายรังสีชนิดดิจิทัล เมื่อนำผลการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบกันแล้วจะเห็นได้ว่าคุณภาพของภาพถ่ายด้วยรังสีที่ได้จากภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดฟิล์มมีคุณภาพที่ดีกว่าภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดดิจิทัล ทั้งนี้ผลการทดลองที่ได้จากงานวิจัยนี้ขึ้นอยู่กับค่าพลังงานที่ใช้ในการทดสอบ อุปกรณ์ และทฤษฎีการทดสอบในงานวิจัยนี้เท่านั้น

**4.2.2 ผลการวัดคุณภาพจากภาพถ่ายชนิดฟิล์มที่ผ่านกระบวนการถ่ายภาพดิจิทัลเปรียบเทียบกับภาพถ่ายรังสีชนิดดิจิทัล**

ผลการวัดคุณภาพของภาพด้วยตัววัดคุณภาพแบบเส้นลวด (IQI) แบบ 10/16 FE EN BS จากภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาและเอกซ์ โดยวัดคุณภาพจากภาพถ่ายชนิดฟิล์มที่ผ่านกระบวนการถ่ายภาพดิจิทัลเปรียบเทียบกับภาพถ่ายรังสีชนิดดิจิทัล แต่การวัดคุณภาพจากการมองเห็นเส้นลวดของตัววัดคุณภาพทำได้ยาก ทำให้ต้องใช้การขยายภาพและความชำนาญในการทำการวัดคุณภาพของภาพถ่ายด้วยรังสี ดังรูปที่ 4.5



**รูปที่ 4.5** ผลการวัดคุณภาพจากการมองเห็นเส้นลวดของตัววัดคุณภาพ  
จากภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดฟิล์มที่ผ่านกระบวนการถ่ายภาพ  
ดิจิทัลเปรียบเทียบกับภาพถ่ายรังสีชนิดดิจิทัล

ผลการวัดคุณภาพจากการมองเห็นเส้นลวดของตัววัดคุณภาพจากภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดฟิล์มที่ผ่านกระบวนการถ่ายภาพดิจิทัลเปรียบเทียบกับภาพถ่ายรังสีชนิดดิจิทัล ดังตารางที่ 4.5

**ตารางที่ 4.5** ผลการวัดคุณภาพจากการมองเห็นเส้นลวดของตัววัดคุณภาพจากภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดฟิล์มที่ผ่านกระบวนการถ่ายภาพดิจิทัลเปรียบเทียบกับภาพถ่ายรังสีชนิดดิจิทัล

ระดับพลังงานในการทดสอบ กิโลโวลต์ (kV)	การมองเห็นเส้นลวดของตัววัดคุณภาพ	
	ภาพถ่ายชนิดฟิล์ม	ภาพถ่ายชนิดดิจิทัล
	ขนาดของเส้นลวด	ขนาดของเส้นลวด
120kV-3.0mA.min	W13	W13
140kV-3.0mA.min	W13	W13
160kV-2.2mA.min	W14	W13
180kV-2.0mA.min	W14	W13
200kV-1.2mA.min	W14	W13
220kV-1.2mA.min	W13	W13
Ir 192 gamma ray 24-25 curie	W12	-

จากผลของการวัดคุณภาพจากการมองเห็นเส้นลวดขนาดเล็กที่สุดที่วัดจากตัววัดคุณภาพแบบ 10/16 FE EN BS จากภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดฟิล์มที่ผ่านกระบวนการถ่ายภาพดิจิทัลเปรียบเทียบกับภาพถ่ายรังสีชนิดดิจิทัล เมื่อนำผลการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบกันแล้วจะเห็นได้ว่าคุณภาพของภาพถ่ายด้วยรังสีที่ได้จากภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดฟิล์มมีคุณภาพที่ดีกว่าภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดดิจิทัล ทั้งนี้ผลการทดลองที่ได้จากงานวิจัยนี้ขึ้นอยู่กับค่าพลังงานที่ใช้ในการทดสอบ อุปกรณ์ และทฤษฎีการทดสอบในงานวิจัยนี้เท่านั้น

### 4.3 ผลการสร้างชิ้นงานทดสอบและการวัดคุณภาพของภาพจากการวิเคราะห์ประมวลผลชนิดของรอยบกพร่องบนภาพถ่ายด้วยรังสี

ผลการสร้างชิ้นงานทดสอบและการวัดคุณภาพของภาพจากการวิเคราะห์ประมวลผลชนิดของรอยบกพร่องบนภาพถ่ายด้วยรังสี ซึ่งสามารถแบ่งผลของการทดสอบได้ดังต่อไปนี้

#### 4.3.1 ผลการสร้างชิ้นงานทดสอบ

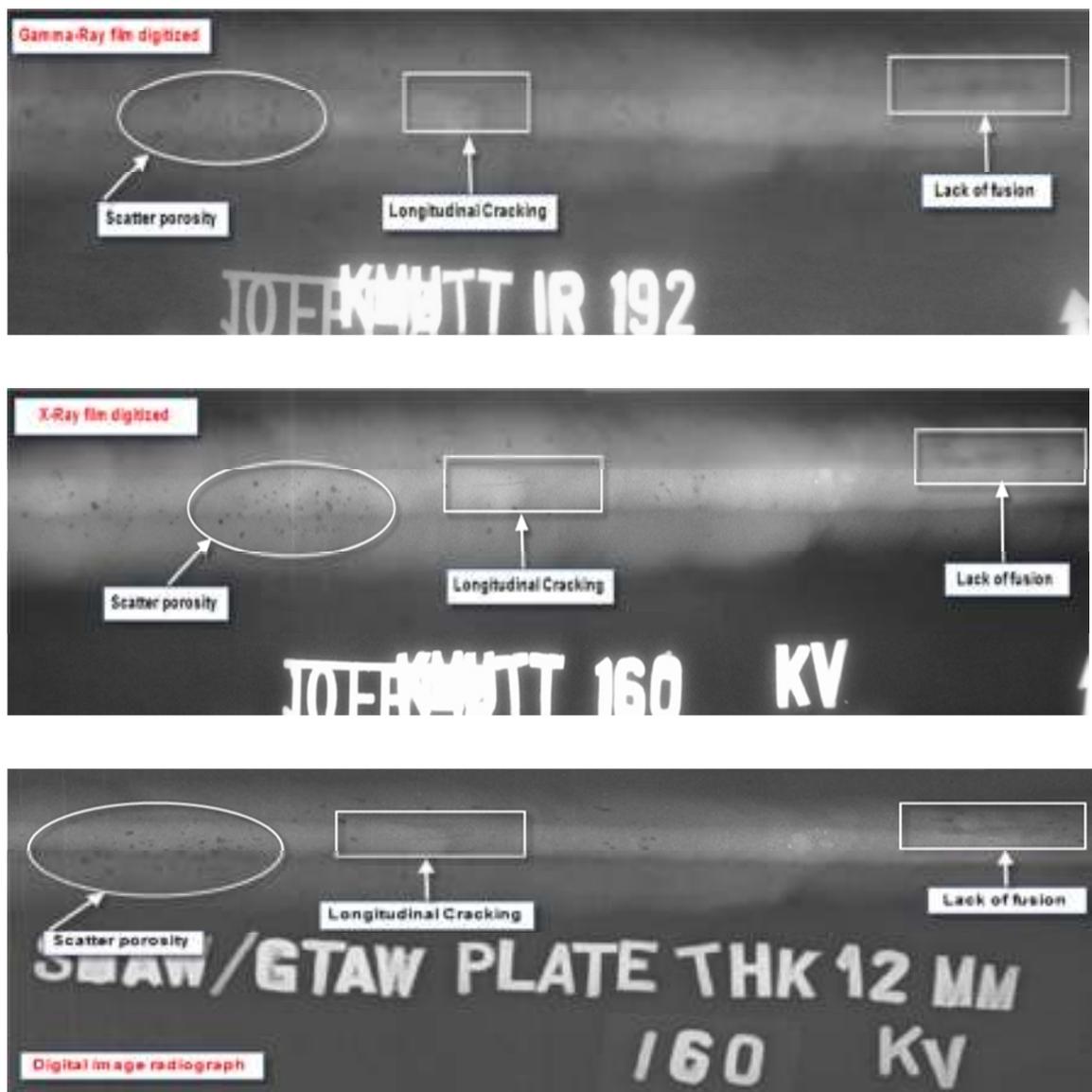
ผลการสร้างชิ้นงานทดสอบโดยกระบวนการเชื่อมอาร์คทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) โดยใช้ลวดเชื่อม ER70S-G และกระบวนการเชื่อมอาร์คด้วยลวดหุ้มฟลักซ์ (SMAW) โดยใช้ลวดเชื่อม E7016 จากการวิเคราะห์และประมวลผลจากภาพถ่ายด้วยรังสีที่ได้จากการทดสอบพบว่า มีรอยบกพร่องทั้งสามชนิดที่ได้ออกแบบไว้ในชิ้นงานทดสอบ ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ผลของภาพถ่ายด้วยรังสีที่แสดงรอยความไม่ต่อเนื่องในชิ้นงานทดสอบ

### 4.3.2 ผลการวัดคุณภาพของภาพจากการวิเคราะห์ประมวลผลชนิดของรอยบกพร่องบนภาพถ่ายด้วยรังสี

ผลการวัดคุณภาพของภาพจากการวิเคราะห์ประมวลผลชนิดของรอยบกพร่องบนภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาและเอกซ์ โดยวัดคุณภาพจากภาพถ่ายชนิดฟิล์มและชนิดดิจิทัล โดยการวิเคราะห์และประมวลผลชนิดของรอยบกพร่องตามที่ได้ออกแบบลงในชิ้นงานทดสอบ ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ผลการวัดคุณภาพของภาพจากการวิเคราะห์และประมวลผลชนิดของรอยบกพร่องบนภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดฟิล์มและชนิดดิจิทัล

จากผลการวัดคุณภาพของภาพถ่ายด้วยรังสี จากการวิเคราะห์ประมวลผลชนิดของรอยบกพร่องบนภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดฟิล์มและชนิดดิจิทัล จะพบว่าภาพถ่ายทั้งสองชนิดสามารถวิเคราะห์และประมวลผลชนิดของรอยบกพร่องที่พบในภาพถ่าย ได้แก่ รอยแตกร้าว รอยหลอมละลายด้านข้างไม้สมบูรณ์ และโพรงอากาศ ตรงตามที่ได้ออกแบบไว้ในชิ้นงานทดสอบ ทั้งนี้ผลการทดลองที่ได้จากงานวิจัยนี้ขึ้นอยู่กับค่าพลังงานที่ใช้ในการทดสอบ อุปกรณ์ และทฤษฎีการทดสอบในงานวิจัยนี้เท่านั้น